

3. Стрижевский И.В., Сурис М.А. *Защита подземных теплопроводов от коррозии*. М.: Энергоатомиздат, 2012. – 344 с.

УДК 621.928.37:93

## **УВЕЛИЧЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЦИКЛОННЫХ АППАРАТОВ**

**Тищенко Д.В.,**

**Научный руководитель Рожков В.Ф.**

*Тульский государственный университет*

*В статье рассмотрены методы понижения сопротивления циклонных аппаратов, описаны основные преимущества и недостатки раскручивающих устройств*

Циклоны наиболее распространённые газоочистители. При низких капитальных и эксплуатационных затратах они эффективно очищают газы от пыли (более 10 мкм), при этом эффективность составляет 80-95 % [1]. От гидравлического сопротивления зависит энергопотребление, составляющее значительную часть потерь в системах газоподготовки. Из-за этого актуальной задачей является увеличение энергоэффективности путём снижения потерь энергии. Циклонное сопротивление в основном связано с потерей кинетической энергии и вращательным движением. Коэффициент сопротивления также зависит от геометрических параметров циклонов, внутренней поверхности стенок, запыленности и вязкости газа, скорости [2]. Поэтому способы понижения сопротивления можно разделить на группы: использование раскручивающих устройств; усовершенствование выхлопной трубы; различные способы понижения гидравлических потерь.

Для снижения интенсивности закрутки в выхлопной трубе чаще используют лопастные раскручиватели. Раскручиватель конический повышает уровень очистки с 74 до 77 % и понижает в циклонах ЦН-24 на 16-18 % потери в давлении. Снижает гидравлическое сопротивление в циклонах ЦН-15 - 18-20 %, при этом сохраняя высокие параметры очистки. А в ЦН-11 вместе с понижением сопротивления, уменьшает эффективность очистки на 1-2 % [3]. Из-за того, что продолжение выхлопной трубы выполнено в виде конуса с прорезями это способствует равномерному току газа по всей длине циклона, что способствует выравниванию радиальных потоков и незначительно снижает ско-

рость вращения. В аналогичной конструкции циклонная выхлопная труба снабжена профилированными лопастями, которые опущены в корпус циклона. Основание под лопастями прикрывается листом для подачи газа в их сторону. Винтолопастной раскручиватель снижает сопротивление ЦН-11 на 22–24 %, ЦН-15 на 20 %. Радиально-лопастной раскручиватель способствует регенерации 30–40 % потраченной энергии, но её использование ведёт к понижению уровня качественной очистки на 1,5–2,5 % в результате изменения поднимающегося потока [3].

В качестве раскручивающих устройств на выходе из циклона, устанавливаются кольцевой диффузор, отвод, улитка. При установке кольцевого диффузора, сопротивление циклона уменьшается. Причем, чем сильнее поток закручивается в циклоне, тем больше эффект диффузора [4]. Применение кольцевого диффузора целесообразно не только лишь при работе на выхлопе, но также и в сети. При работе в сети диаметр участка за диффузором равен диаметру его выходного участка. В обоих случаях целесообразно дополнительно устанавливать радиальные пластины в широком сечении области за диффузором. Сопротивление циклона может быть дополнительно уменьшено, если пластины плавно изогнуты на входе в направлении вращающегося потока [4]. Поскольку кольцевой диффузор установлен позади циклона, то он не влияет на эффективность очистки, это и есть его главное преимущество перед раскручивающими устройствами, которые также снижают коэффициент очистки вместе с сопротивлением. Установка отвода способствует дополнительному разматыванию потока за циклоном, а одностороннее вращение потока гасит вторичные токи на выходе. Расположение выходного отверстия после кольцевого диффузора под углом  $90^\circ$  не увеличивает общее сопротивление, но даже немного уменьшает его. Улитка, которую устанавливают на выходе из трубы (выхлопной), уменьшает коэффициент аэродинамического сопротивления на 4–5 % [4].

Также для снижения энергозатрат циклонных пылеуловителей используется коническая расходящаяся выхлопная труба [5]. Использование выхлопной трубы с пазами может уменьшить потери в циклоне на 35 % [2]. Применение перфорированной трубы на выхлопе с закрытым основанием нижним способствует снижению потери давления на 10 %. Перегородки в выхлопной трубе, также снижают гидравлическое сопротивление.

Сопоставление разных решений конструктивных, базирующихся на использовании раскручивающих устройств и улучшений выхлопной трубы, показано на рисунке 1, в котором относительная потеря давления показана в относительных единицах по сравнению с цилиндрической выхлопной трубой.

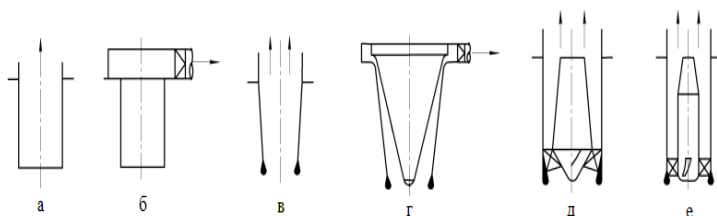


Рис. 1 – Сравнительные показатели коэффициентов потери давления по отношению к выхлопной цилиндрической трубе при разных её конструкциях и вставок:  
 $a - 1,1$ ;  $б - 0,9$ ;  $в - 0,7$ ;  $г - 0,60$ ;  $д - 0,55$ ;  $е - 0,4$

Разработан лёгкий и практичный способ уменьшения гидравлических потерь, заключающийся в установке специального стержня определенной длины и сечения. Стержень с эллиптическим сечением снижает в циклоне потери энергии на 20 %, сохраняя эффективность очистки. При использовании цилиндрического стержня сопротивление уменьшается более чем на 50 %, но эффективность очистки снижается на 4,8 %.

При увеличении шероховатости внутренней поверхности корпуса циклона, можно уменьшить потери в нем на 37 %, при этом КПД остается постоянным или несколько снижается [2].

Для повышения производительности циклонов также используют комбинированную подачу пылевых потоков на вход агрегата и навстречу друг другу вдоль оси [1]. При таких же снижениях давления коэффициент сопротивления циклонов со смешанной подачей запыленного воздуха уменьшается в 2,5 раза по сравнению с нормированными конструкциями. В циклонах с двойным выходом очищенного газа энергия на очистку снижается при КПД не менее, чем у циклонов ЦН-15, при этом в бункере вакуум в два и более раз ниже. В результате уменьшается утечка воздуха и, следовательно, эффективность пылеулавливания поддерживается на постоянном уровне [2].

Так как основное назначение циклона – обеспечение максимального коэффициента улавливания при условии минимального гидравлического сопротивления, лучшим решением является использование раскручивающих устройств, установленных на выходе из трубы (выхлопной) или внутри неё. Выбор раскручивателя необходимо производить с учетом аэродинамических особенностей процесса проходящего в циклоне.

### **Библиографический список**

1. Ветошкин А.Г. *Процессы и аппараты пылеочистки. Учебное пособие* – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2005. – 210 с.
2. Василевский М.В. *Обеспыливание газов инерционными аппаратами: монография* / М.В. Василевский – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 258 с.
3. Алиев Г. М.-А., *Техника пылеулавливания и очистки промышленных газов: Справочник* / Г. М.-А. Алиев. – Москва : Металлургия, 1986. – 543 с.
4. Ветошкин А.Г. *Процессы и аппараты газоочистки: Учебное пособие*. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2006. – 201 с.
5. Стоянов Н.И. *Исследование циклонов с неподвижными и вращающимися устройствами* / Диссертация - Одесса, ОПИ, 1982. – 249 с.